



AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PRELIMINAR E PROPOSIÇÃO DE REABILITAÇÃO PARA PATOLOGIAS ESTRUTURAIS EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA: ESTUDO DE CASO DO ESTÁDIO MIRANDÃO EM ARAGUAÍNA-TO

PRELIMINARY DIAGNOSTIC EVALUATION AND REHABILITATION PROPOSAL FOR STRUCTURAL PATHOLOGIES IN PUBLIC BUILDINGS: CASE STUDY OF MIRANDÃO STADIUM IN ARAGUAÍNA-TO

Maylson Alves da SILVA

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: maylson.alves10@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-8240-8431>

Pedro Henrique Pimentel BARROS

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: pedrohpb12353@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-8629-8620>

Meuriellen Milena da SILVA

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: meuriellen.silva@unitpac.edu.br

ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-4686-8604>

RESUMO

As manifestações patológicas em estruturas de concreto armado evidenciam os principais defeitos que comprometem a integridade, durabilidade e segurança das edificações. São apresentadas as causas dessas patologias, como falhas no projeto, execução e manutenção, bem como os fatores ambientais que contribuem para o surgimento de fissuras, corrosão das armaduras, desagregação e infiltrações. Este trabalho apresenta um diagnóstico preliminar in loco das patologias identificadas no Estádio Mirandão, em Araguaína (TO), por meio de inspeção visual e revisão bibliográfica. Foram observados indícios de fissuração, presença de umidade, desagregação do concreto e sinais de corrosão das armaduras, associados a possíveis falhas de projeto, execução e manutenção, além de influência de agentes ambientais. Destaca-se a importância da identificação precoce dessas manifestações para orientar intervenções preventivas ou corretivas adequadas. A principal contribuição do estudo consiste na proposição de ensaios complementares e técnicas de recuperação

com base nas normas da ABNT e na literatura especializada, visando à reabilitação da estrutura e à extensão de sua vida útil de forma segura e economicamente viável.

Palavras-chave: Patologias em concreto armado. Inspeção visual. Reabilitação estrutural. Durabilidade das edificações.

ABSTRACT

Pathological manifestations in reinforced concrete structures highlight the main defects that compromise the integrity, durability, and safety of buildings. The causes of these pathologies are presented, such as flaws in design, construction, and maintenance, as well as the environmental factors that contribute to the development of cracks, reinforcement corrosion, disintegration, and leaks. This paper presents a preliminary on-site diagnosis of the pathologies identified at Mirandão Stadium in Araguaína, Tocantins, through visual inspection and a literature review. Evidence of cracking, moisture, concrete disintegration, and signs of reinforcement corrosion were observed, associated with possible design, construction, and maintenance flaws, as well as the influence of environmental agents. The importance of early identification of these manifestations is emphasized to guide appropriate preventive or corrective interventions. The main contribution of the study is the proposal of complementary tests and recovery techniques based on ABNT standards and specialized literature, aiming at the rehabilitation of the structure and the extension of its useful life in a safe and economical manner.

Keywords: Reinforced concrete pathologies. Visual inspection. Structural rehabilitation. Durability.

INTRODUÇÃO

A patologia na engenharia refere-se às manifestações defeituosas observadas em edificações, as quais podem surgir durante a execução da obra ou após sua conclusão. Tais manifestações comprometem a integridade da estrutura afetada e, em casos mais graves, podem resultar na perda de resistência dos materiais, redução da segurança estrutural, diminuição da vida útil e desconfiguração estética do sistema

construtivo, podendo, em casos extremos, comprometer a estabilidade da edificação (Helene; Pereira, 2015).

Na construção civil, a ocorrência de patologias é uma realidade inevitável, sendo o concreto armado um dos sistemas mais suscetíveis a esse tipo de impasse. O concreto armado é composto por concreto e um percentual de armadura em proporções previamente estabelecidas. Entre os principais fatores que contribuem para o surgimento de patologias nesse material, destaca-se a negligência durante as fases de projeto, execução ou manutenção (Mehta; Monteiro, 2014).

A prevenção e o controle dos defeitos construtivos dependem diretamente da adoção de boas práticas construtivas e da realização de inspeções periódicas. A identificação correta da patologia presente em uma determinada região da estrutura é fundamental para a definição do método mais adequado de intervenção, seja ela preventiva ou corretiva. Para isso, é recomendável realizar um estudo aprofundado da área afetada, a fim de garantir uma análise precisa e eficaz (Andrade, 2011).

A manutenção, por sua vez, deve ser realizada com critério técnico, pois intervenções mal executadas podem agravar a situação estrutural. O objetivo da correção é recuperar as condições originais da peça comprometida, restaurar sua capacidade de desempenho e prolongar sua vida útil (Souza; Ripper, 1998).

JUSTIFICATIVA

O concreto armado é um dos materiais mais utilizados na construção civil, sendo fundamental na execução de elementos estruturais como vigas, pilares e fundações. Sua combinação entre concreto e armadura de aço proporciona resistência tanto à compressão quanto à tração, características essenciais para garantir a estabilidade das edificações (Helene; Andrade, 2009). No entanto, falhas no projeto, execução ou manutenção podem comprometer essa integridade, originando anomalias estruturais que afetam diretamente a durabilidade e a segurança das estruturas (Mehta; Monteiro, 2014).

Patologias em estruturas de concreto armado são eventos recorrentes e preocupantes, podendo surgir em edificações novas ou antigas, muitas vezes em decorrência do uso de materiais inadequados, ausência de manutenção preventiva,

erros construtivos ou exposição a agentes agressivos, como umidade e agentes químicos (Helene; Pereira, 2015). Uma fissura, por exemplo, pode permitir a entrada de água e acelerar o processo de corrosão das armaduras, reduzindo sua seção transversal e, conseqüentemente, a capacidade resistente da estrutura (Mehta; Monteiro, 2014).

Os impactos dessas anomalias vão além da estética. No aspecto estrutural, comprometem a segurança da edificação, podendo levar à desagregação de elementos e até ao colapso parcial ou total (Helene; Pereira, 2015). Do ponto de vista econômico, aumentam os custos com reparos, interdições e possíveis reconstruções. Já socialmente, colocam em risco a integridade física dos usuários e reduzem a qualidade de vida da população (Andrade, 2001).

Diante desse cenário, torna-se fundamental compreender as causas das manifestações patológicas e os métodos adequados para sua recuperação. Esse estudo é de grande relevância tanto no meio acadêmico, por ampliar o conhecimento técnico e aproximá-los da realidade dos canteiros de obras, quanto no meio profissional, por auxiliar engenheiros e técnicos na tomada de decisões que garantam a durabilidade e a segurança das edificações (Helene; Pereira, 2015).

Dessa Forma, este trabalho se justifica pela necessidade de aprofundar o entendimento sobre os fatores que contribuem para o surgimento dessas patologias e apresentar soluções técnicas que possam mitigar seus efeitos, contribuindo para construções mais seguras, duráveis e sustentáveis.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar as principais manifestações patológicas Presentes nas estruturas de concreto armado do Estádio Mirandão Leôncio de Souza Miranda, localizado em Araguaína/TO, identificando suas causas e proponto soluções de reabilitação.

Objetivos Específicos

- Identificar e caracterizar os principais tipos de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado;

- Determinar as situações que demandam a realização de manutenção preventiva ou corretiva;
- Sugerir soluções técnicas eficazes para a correção das patologias, com base em estudos e levantamentos de casos;
- Ressaltar a importância do estudo das manifestações patológicas para a qualidade, durabilidade e segurança das construções em concreto armado.

REFERENCIAL TEÓRICO

Concreto Armado: Conceitos e Aplicações

A construção civil tem passado por constantes evoluções ao longo do tempo, desde as edificações mais simples até as mais complexas. Um dos principais marcos dessa transformação foi o desenvolvimento do cimento Portland, que, ao ser combinado com outros materiais, originou o concreto armado. Esse material compósito reúne as propriedades de dois elementos fundamentais: o concreto, que oferece resistência à compressão, e o aço, responsável por suportar esforços de tração

A sinergia entre concreto e aço confere ao concreto armado alta resistência mecânica, tornando-o essencial na execução de elementos estruturais como vigas, pilares, lajes e fundações. Esses componentes são amplamente utilizados em edificações, pontes, viadutos e demais obras de infraestrutura, contribuindo significativamente para a estabilidade, durabilidade e segurança das construções.

Principais Tipos de Patologias em Concreto Armado

As manifestações patológicas referem-se às ocorrências de degradações, falhas ou anomalias nas estruturas de concreto armado, resultantes de processos físicos, químicos ou mecânicos. Essas manifestações podem comprometer parcial ou totalmente o desempenho, tempo de vida e a proteção das edificações. Existem diversos tipos de patologias, cada uma com causas, características e consequências distintas, dentre elas estão: Fissuras e trincas; Corrosão das armaduras; Desagregação e eflorescência; Infiltrações e umidade.

Fissuras e Trincas

Segundo a NBR 9573 (ABNT, 2003), as fissuras são definidas como aberturas finas, classificadas como microfissuras patológicas. Essas ocorrências estão entre as lesões estruturais mais comuns no concreto armado, geralmente sendo os primeiros sinais visíveis de falhas funcionais em uma edificação. Além de comprometerem a estética da obra, essas aberturas geram insegurança nos usuários por indicarem uma possível fragilidade estrutural.

A conservação do concreto armado está diretamente ligada à sua microestrutura. A presença de fissuras facilita a penetração de agentes agressivos, que acelera os processos patológicos como lixiviação, corrosão de armaduras e carbonatação (Neville, 2011).

As fissuras são aberturas estreitas, geralmente superficiais, que ocorrem devido à ação de tensões internas superiores à resistência à tração do concreto, uma de suas principais limitações. Essas tensões podem ter origem em fatores como má distribuição de esforços, retração térmica, movimentações na fundação, entre outros.

O surgimento dessas aberturas pode estar relacionado tanto a elementos internos da estrutura quanto a agentes externos, como variações de temperatura, umidade, sobrecarga e falhas de execução. Assim, é essencial compreender o comportamento da fissura desde o seu surgimento, a fim de classificá-la como passiva (estável) ou ativa (em evolução). Essa distinção é fundamental para a escolha do tratamento mais adequado.

No ambiente da construção civil, é comum a utilização dos termos fissura, trinca e rachadura. De acordo com o autor Silva (2016) e normas NBR 9573 (ABNT, 2003) pode-se classificar suas diferenças, como apresentado na tabela 1:

Tabela 1: Tamanhos de Aberturas

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Fonte: Silva (2016).

As fissuras ativas são aquelas que se desenvolvem ao longo do tempo, aumentando em tamanho e profundidade. Já as fissuras passivas mantêm-se estáveis, sem alterações significativas, e geralmente apresentam menor risco estrutural. Identificar corretamente o tipo e a gravidade dessas aberturas é fundamental para a escolha de métodos corretivos eficazes, evitando o agravamento do problema.

Além dos danos visuais, essas patologias favorecem a entrada de agentes agressivos, como umidade, cloretos e outros sais, que podem atingir as armaduras e acelerar o processo de corrosão. Isso compromete diretamente a durabilidade e a integridade da estrutura, reduzindo sua vida útil. Por essa razão, mesmo fissuras aparentemente pequenas não devem ser negligenciadas.

Portanto, o surgimento de fissuras e trincas deve ser tratado como um sinal de alerta. A análise técnica criteriosa e a aplicação de técnicas adequadas de reparo são indispensáveis para garantir a segurança da edificação e prolongar sua durabilidade.

Corrosão das Armaduras

A corrosão das armaduras consiste em uma degradação prejudicial à integridade das barras de aço presentes no concreto armado, sendo responsável por reduzir significativamente a durabilidade da estrutura. Conforme estabelece a NBR 6118 (ABNT, 2023), a durabilidade dos componentes construtivos deve ser assegurada com base nas condições de exposição ao ambiente agressivo, exigindo cuidados específicos no dimensionamento e na execução da estrutura.

Esse processo patológico tem origem principalmente em reações eletroquímicas entre o aço e agentes externos, provocando o retorno do material ao seu estado natural, ou seja, à forma de minério. Essa reação ocorre por meio do contato com substâncias como umidade, oxigênio, cloretos que se encontram presentes em ambientes marinhos, e dióxido de carbono elemento comum em regiões urbanas e industriais. Ao penetrarem no concreto, seja por fissuras, elevada porosidade ou falhas no cobrimento, esses elementos atingem as armaduras internas e desencadeiam o processo corrosivo. Como consequência, ocorre a oxidação do ferro, o que provoca um aumento volumétrico que pressiona o concreto ao redor, comprometendo sua resistência estrutural.

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2003), essa expansão causa tensões internas no concreto, resultando em fissuras alongadas, ressaltamento do cobrimento e, em casos mais graves, perda de aderência entre o aço e o concreto, o que retrai drasticamente a vida útil da peça estrutural.

Ambientes classificados como agressivos, como regiões litorâneas ou áreas expostas a efluentes industriais e sanitários, exigem maior atenção. Nesses casos, compostos sulfúricos e microrganismos presentes no meio podem acelerar a deterioração tanto do concreto quanto das armaduras. Por esse motivo, a NBR 6118 (ABNT, 2023) recomenda o uso de concretos com baixa porosidade, aditivos específicos, aumento do cobrimento das armaduras e a aplicação de aços com proteção adicional contra a corrosão.

Mesmo que a estrutura tenha sido executada em conformidade com os critérios técnicos, não se pode descartar a possibilidade de manifestação de corrosão, especialmente se a manutenção preventiva for negligenciada. A detecção precoce desse processo e a aplicação de intervenções adequadas são essenciais para minimizar danos estruturais. Entre as soluções viáveis, destacam-se o uso de revestimentos protetores, técnicas de passivação das armaduras e, em situações críticas, a substituição de elementos comprometidos.

Dessa forma, a atuação correta frente às causas dessa patologia permite não apenas conter sua evolução, mas também assegurar a integridade, segurança e funcionalidade da edificação com o passar dos anos.

Desagregação e Eflorescência

Conforme estabelece a NBR 6118 (ABNT, 2023), o concreto deve satisfazer critérios de resistência mecânica, durabilidade e desempenho estrutural ao longo do tempo de vida.

A desagregação, entretanto, é uma patologia que evidencia o não atendimento a esses parâmetros, sendo caracterizada pela perda de coesão da matriz cimentícia e consequente separação dos agregados, geralmente em decorrência de falhas na composição, na execução ou no controle tecnológico do concreto.

A eflorescência ocorre devido à presença de sais solúveis nos agregados e no cimento. Durante o processo de secagem do concreto, a evaporação da água atua

como um mecanismo de transporte desses sais para a superfície, onde se cristalizam, formando manchas esbranquiçadas ou esverdeadas na face do concreto.

Infiltrações e Umidade

As infiltrações e a umidade são enfermidades frequentemente observadas em estruturas de concreto armado, geralmente associadas a falhas de projeto, execução ou manutenção.

A infiltração caracteriza-se pela penetração de fluidos através de aberturas ou caminhos não planejados, muitas vezes resultantes de falhas na impermeabilização, fissuras ou juntas mal executadas. Já a umidade refere-se à presença excessiva de vapor ou água em estado líquido, sendo ocasionada por condensação, ventilação deficiente, contato direto com fontes de umidade ou ascensão capilar.

MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO DE IDENTIFICAÇÃO

Inspeção Visual e Instrumental

De acordo com a NBR 9452 (ABNT, 2019), a inspeção visual é o método inicial utilizado para diagnosticar manifestações patológicas, por meio da observação direta da estrutura, com o objetivo de detectar sinais aparentes de corrosão, descolamento, manchas ou fissuras.

A análise pode ser complementada com o uso de instrumentos, como microscópios portáteis, câmaras fotográficas, lupas e réguas de trinca, visando identificar essas manifestações patológicas de forma mais precisa e, assim, embasar uma manutenção mais adequada da estrutura.

Ensaio Não Destrutivos

O ensaio não destrutivo visa a identificação da manifestação patológica sem dar prejuízo a estrutura, dentre eles, estão: Esclerometria (Martelo de Schmidt) consiste na avaliação da dureza superficial do concreto; Ultrassom (pulso ultrassônico) - detecta fissuras internas e alterações no concreto; Pacometria localização das armaduras e medição do cobrimento de concreto; Termografia Infravermelha identificação das zonas com umidade, delaminações ou aquecimento anormal.

Esses métodos são fundamentais para a detecção de patologias que não estão visíveis a olho nu e para o planejamento de intervenções a fim de solucionar essa manifestação patológica.

Análise de Causa-Raiz

Logo após a identificação das patologias, é realizada a análise de causa-raiz, que se define pela explicação da origem dessas manifestações patológicas afim de prevenir primariamente. Alguns pontos são essenciais para determinar o motivo dessa patologia, tais como: Histórico da edificação (projeto, execução e uso); Condições ambientais e de exposição; Ações mecânicas e solicitações estruturais; Presença de agentes agressivos (como CO₂, cloretos, umidade).

Técnicas de Manutenção e Recuperação

As patologias proliferadas em estruturas de concreto armado são responsáveis por comprometer o processo natural e funcional da edificação, por isso a adoção de técnicas de manutenção e recuperação e de grande importância na redução de custos com intervenções futuras e garantir instabilidade física, contudo tem-se como referência os critérios técnicos definidos por normas como a NBR 7680 que visa o Controle de qualidade e a NBR 9452 que trata da Recuperação de estruturas de concreto.

A manutenção em estruturas de concreto é composta por preventiva e corretiva. A manutenção preventiva consiste em um conjunto de ações planejadas com o intuito de evitar o surgimento de manifestações patológicas ou detectar falhas em estágio inicial. Envolve vistorias periódicas, limpeza de calhas e ralos, controle de umidade e verificação de fissuras iniciais. É uma prática essencial para prolongar a durabilidade e minimizar os custos com futuras intervenções mais invasivas.

Já a manutenção corretiva ocorre quando a anomalia já está instalada e é necessário intervir para recuperar a função estrutural ou estética do elemento comprometido. Neste caso, a ação é mais emergencial e pode envolver desde pequenos reparos até reforços estruturais mais complexos, dependendo do grau de comprometimento. A norma NBR 5674 (ABNT, 2012), que trata da manutenção de edificações, destaca a importância de um plano contínuo de inspeções técnicas, como

forma de gestão eficaz para antecipar os danos.

Métodos de Recuperação Estrutural

O diagnóstico adequado das patologias é essencial para garantir a eficácia das técnicas de recuperação. A correção da patologia sem o estudo adequado pode gerar reincidências e elevação dos custos (Silva; Souza, 2013). A escolha do método de recuperação deve levar em consideração o tipo de patologia presente, a extensão dos danos e as características do ambiente de exposição. Entre os métodos mais utilizados, destacam-se:

263

Recuperação em Fissuras

As fissuras são tratadas de acordo com sua causa, largura e característica, pois fissuras superficiais geralmente recebem tratamento por meio de selantes, enquanto fissuras mais profundas podem requerer injeção de resinas epóxi ou poliuretano. A NBR 7680-1 (ABNT, 2015) fornece diretrizes sobre a identificação e tratamento de fissuras, orientando quanto ao procedimento mais eficaz em cada situação.

Passivação de Armaduras

Quando a corrosão atinge as armaduras internas, é necessário interromper o processo para evitar o avanço do comprometimento estrutural. O processo de passivação envolve a limpeza do aço comprometido, geralmente por meio de jateamento com escovas ou areia, seguida da aplicação de produtos inibidores de corrosão. Em alguns casos, utiliza-se argamassa com aditivos específicos ou pinturas protetoras diretamente sobre a armadura exposta.

Reconstituição do Cobrimento

Após a remoção do concreto deteriorado e o tratamento das armaduras, é fundamental reconstituir o cobrimento utilizando materiais compatíveis com o concreto original. Essa etapa tem como objetivo restabelecer a proteção física contra a ação de agentes agressivos externos. A aplicação pode ser realizada por meio de argamassas tixotrópicas, que apresentam variação de viscosidade conforme o grau de agitação, sendo essencial considerar a geometria da área danificada e a espessura a

ser recomposta. A aderência entre o material novo e o concreto existente deve ser assegurada, por meio do uso de aditivos específicos ou conforme as diretrizes estabelecidas pela NBR 13281 (ABNT, 2005), que trata das exigências para argamassas utilizadas na construção civil.

Os procedimentos executivos devem estar inseridos em um plano de recuperação bem estruturado, incluindo verificações quanto à resistência à penetração de água, durabilidade frente a agentes agressivos, capacidade de deformação, entre outros aspectos. A qualidade da execução interfere diretamente no desempenho do reparo, sendo indispensável o acompanhamento técnico durante todas as fases do processo. Após a conclusão, é necessário avaliar se os critérios de durabilidade foram efetivamente atendidos. Para isso, a NBR 7680-2 (ABNT, 2015) estabelece diretrizes para a avaliação pós-reparo de estruturas de concreto, ressaltando a importância da realização de inspeções periódicas preventivas.

Importância do Estudo das Patologias na Construção Civil

O estudo das manifestações patológicas nas edificações, especialmente em estruturas de concreto armado, representa uma etapa essencial no processo de qualificação profissional e técnica na área da construção civil permitindo compreender não apenas suas origens e mecanismos de desenvolvimento, mas também propor soluções eficientes de prevenção, correção e manutenção.

Do ponto de vista econômico, as patologias contribuem para a desvalorização do imóvel, aumento nos prazos de entrega e prejuízos relacionados à paralisação de atividades, especialmente em obras comerciais ou públicas, dessa forma, o conhecimento aprofundado sobre as manifestações patológicas deve ser parte integrante da formação e atuação dos profissionais da construção civil.

Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo deste trabalho corresponde ao Estádio Municipal Mirandão (Figura 1), localizado no município de Araguaína, no estado do Tocantins, região Norte do Brasil. A escolha deste local se deve à necessidade de análise das condições estruturais da edificação, com foco na identificação e avaliação de manifestações patológicas presentes em suas instalações.

Figura 1: Estádio Mirandão Leôncio de Souza Miranda- Araguaína/TO.



Fonte: Autoria Própria.

METODOLOGIA

Metodologia de Pesquisa e Roteiro de Inspeção

Os livros técnicos, artigos científicos e trabalhos acadêmicos estão relacionados à temática abordada de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado. Esses materiais foram selecionados com base na relevância e afinidade com o estudo proposto, contribuindo com conceitos essenciais sobre os principais tipos de patologias estruturais, suas causas e os métodos de recuperação mais adequados.

Este trabalho adota uma abordagem metodológica qualitativa de caráter técnico descritivo, com o propósito de investigar e analisar as manifestações patológicas presentes em estruturas de concreto armado. Para tanto, o Estádio Mirandão, situado no município de Araguaína, no estado do Tocantins, foi selecionado como estudo de caso.

A fundamentação teórica que alicerça esta pesquisa foi construída por meio de uma revisão bibliográfica abrangente. Foram consultados livros técnicos, artigos científicos e trabalhos acadêmicos que abordam os conceitos essenciais sobre os tipos mais comuns de patologias em estruturas de concreto armado, suas causas prováveis, bem como os métodos mais recomendados para diagnóstico, recuperação e

prevenção (Medeiros, 2011).

Adicionalmente, as Normas Brasileiras vigentes, desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), serviram como referencial normativo crucial para a análise e interpretação dos dados. Destacam-se, em particular, a NBR 6118:2023 (Projeto de estruturas de concreto) e a NBR 15575:2021 (Desempenho de edificações habitacionais), além de outras normas pertinentes que complementam o arcabouço regulatório.

Como etapa fundamental do levantamento prático, realizou-se uma visita técnica ao estádio em 08 de outubro de 2025. O objetivo principal foi a inspeção visual da edificação, visando à identificação de patologias aparentes, contudo a vistoria concentrou-se nos pilares e vigas do anel externo do estádio, por se tratarem das partes mais expostas às intempéries e, consequentemente, mais suscetíveis à ação de agentes de degradação. Durante a execução, procedeu-se a um registro fotográfico detalhado, complementado pela observação direta das anomalias encontradas na edificação que foi inaugurada em 7 de fevereiro de 2009.

As manifestações patológicas mais evidentes identificadas incluem Fissuras em diversos elementos estruturais, sugerindo possíveis questões relacionadas à movimentação da estrutura, retração do concreto ou variações térmicas.

Presença de umidade excessiva em várias áreas, que pode ser atribuída a falhas no sistema de impermeabilização, infiltrações ou drenagem inadequada de águas pluviais.

Os dados coletados foram cuidadosamente organizados e classificados conforme os critérios estabelecidos por renomados autores, como Helene e Medeiros (2011), que enfatizam a relevância de uma caracterização minuciosa dos danos para a proposição de intervenções corretivas eficazes.

RESULTADOS

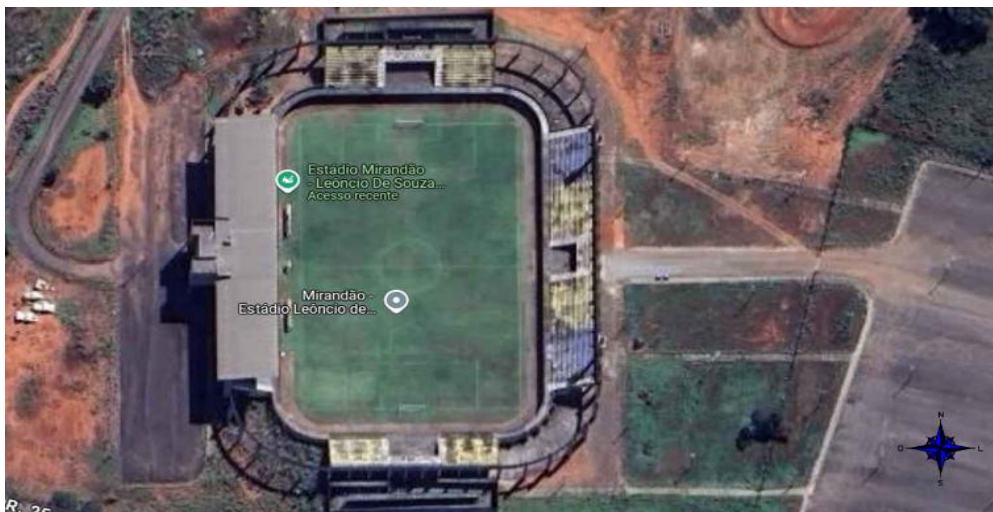
Durante a visita técnica realizada no dia 08 de outubro de 2025 no Estádio Mirandão, em Araguaína – TO, foram observadas diversas manifestações patológicas nos elementos estruturais da edificação, principalmente nos pilares e vigas de concreto armado. A seguir, identifica-se a localização via satélite, onde foi encontrado as patologias e são descritas as principais anomalias identificadas, com apoio de

registros fotográficos e análises técnicas preliminares.

LOCALIZAÇÃO E PATOLOGIAS IDENTIFICADAS

Localização Via Satélite

Figura 2: Localização via satélite -Estádio Mirandão -Araguaína –To.



Fonte: Google Maps.

Na figura 2, situa- se a localização do estádio em que foram obtidas as imagens das patologias que foram encontradas no perímetro externo da construção, principalmente no setor leste.

Presença de Umidade Excessiva e Eflorescências

Figura 3: Umidade em pilar no setor leste do estádio.



Fonte: Acervo Próprio.

Figura 4: Umidade em viga e pilar no setor leste.



Fonte: Acervo Próprio.

Nas Figuras 3 e 4, é possível observar a presença significativa de umidade ascendente e infiltrações verticais ao longo de pilares e cantos estruturais. Essas patologias são frequentemente causadas por falhas nos sistemas de impermeabilização e drenagem, permitindo a penetração contínua de água nas estruturas.

Segundo Helene e Medeiros (2011), a ação prolongada da umidade pode levar à lixiviação de compostos solúveis do concreto, formação de eflorescências e, conseqüentemente, à perda de desempenho da estrutura ao longo do tempo, conforme presenciado na (**Figura 3**) tratando -se de Umidade ascendente em pilar

com escurecimento da base e na **(Figura 4)** a Infiltração em canto estrutural com acúmulo de sujeira e formação de fungos.

Corrosão da Armadura

Ainda nas Figuras 3 e 4, observa-se exposição da armadura em trechos verticais dos pilares, com sinais claros de oxidação. Esse fenômeno é um indicativo da perda do cobrimento do concreto, que deveria proteger o aço da ação do meio agressivo.

A corrosão da armadura é uma das patologias mais críticas em estruturas de concreto armado, pois reduz a seção resistente do aço, provoca fissuração paralela à armadura e pode comprometer a estabilidade estrutural (MARTINS, D. K. G, 2022).

A origem da corrosão em estruturas de concreto pode ocorrer mesmo em ambientes não agressivos, que surge devido a falhas construtivas e baixa qualidade dos materiais usados no processo. O entendimento dos mecanismos eletroquímicos é primordial para definir métodos de prevenção e correção (Helene, 1986).

Desagregação do Concreto; Destacamento do Revestimento e Falha no Cobrimento de Concreto.

Figura 5: Desagregação do Concreto no setor leste -Estádio Mirandão -Araguaína -To.



Fonte: Acervo Próprio

Na Figura 5, observa-se a desagregação superficial do concreto, com destacamento parcial do cobrimento e exposição de agregados graúdos. Esse tipo de deterioração pode estar associado a impactos mecânicos, baixa qualidade do concreto ou processo de carbonatação associado à ação da umidade.

A relação água/cimento é um dos elementos mais importantes em todo o contexto da corrosão, pelo fato de que ela determina a qualidade do concreto (Cascudo, 1991).

Além de comprometer a estética da edificação, esse tipo de patologia facilita o avanço de agentes agressivos (água, CO₂, cloretos), intensificando o processo de degradação.

Ademais, com a falha no cobrimento devido ao destacamento do concreto, a corrosão da armadura está diretamente relacionado à presença de agentes agressivos e deficiências na impermeabilização, comprometendo a durabilidade e a segurança estrutural (Cascudo, 1997).

DISCUSSÃO

As patologias observadas evidenciam a necessidade de intervenções corretivas e preventivas no Estádio Mirandão. A ausência de manutenção sistemática ao longo do tempo pode ter contribuído para o agravamento das condições estruturais. Como medida inicial, recomenda-se a realização de ensaios complementares, como:

- Medição da profundidade de carbonatação;
- Verificação da aderência do concreto remanescente;
- Avaliação do potencial de corrosão (ensaios eletroquímicos);
- Inspeção das juntas e selantes expostos às intempéries.

Essas análises fornecerão dados mais precisos para orientar o projeto de recuperação das estruturas danificadas, conforme diretrizes da ABNT NBR 7680 (Avaliação da armadura de aço em estruturas de concreto) e NBR 1493 (Execução de estruturas de concreto).

A durabilidade da estrutura não depende apenas da resistência mecânica do concreto, mas também da sua capacidade de resistir à ação do tempo e de fatores degradantes. Desse modo, para aperfeiçoar a prevenção das patologias deve ser

implementado estratégias de projeto e execução adequadas às normas vigentes (Tutikian; Helene, 2011).

Além disso, a verificação periódica e sistemática permite a identificação das patologias em estágio inicial, facilitando medidas mais simples e mais econômicas (Gomes; Fernandes, 2015).

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como foco o estudo das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, suas principais causas e os métodos adequados de recuperação. Para contextualizar os conceitos abordados, foi realizado um estudo de caso no Estádio Mirandão, localizado em Araguaína – TO, onde foi possível aplicar, na prática, os conhecimentos adquiridos por meio de pesquisa teórica e normativa.

A análise das patologias identificadas durante a vistoria técnica realizada em 08 de outubro de 2025 revelou a ocorrência de fissuras, umidade excessiva, desagregação do concreto e corrosão de armaduras. Tais manifestações estão associadas, principalmente, à ação de agentes agressivos, falhas de manutenção, deficiências na impermeabilização e possíveis problemas construtivos.

Com base no levantamento realizado, conclui-se que a ausência de manutenção preventiva e inspeções periódicas favorece o avanço de danos estruturais, reduzindo a vida útil da edificação e comprometendo sua segurança. A adoção de métodos de recuperação eficientes, baseados em normas técnicas como as da ABNT e em boas práticas de engenharia diagnóstica, é essencial para restaurar as condições de desempenho e durabilidade das estruturas afetadas.

Além disso, o estudo reforça a importância da aplicação de medidas preventivas, como o controle de qualidade na execução das obras, proteção das armaduras, uso de materiais adequados e implementação de planos de manutenção contínuos. Tais medidas não apenas evitam o surgimento de patologias, como também reduzem os custos com reparos e prolongam a vida útil das edificações.

Portanto, este trabalho contribui para o entendimento da origem das manifestações patológicas no concreto armado, fornecer um alerta técnico sobre a deterioração de um imóvel público e destacar os problemas que ocorrem devido a falta de manutenção adequada. Dessa forma, é crucial ressaltar o diagnóstico técnico

como etapa fundamental para definir as estratégias de recuperação e manutenção de estruturas civis.

Conclui-se que a manutenção preventiva e a aplicação de normas técnicas são fundamentais para garantir a segurança, durabilidade e funcionalidade das estruturas públicas.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br>. Acesso em: 21 out. 2025.

ABNT. **NBR 7680-2**: Concreto – Avaliação da resistência à compressão – Parte 2: Análise estatística dos resultados. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br>. Acesso em: 21 out. 2025.

ABNT. **NBR 9573**: Execução de reparo em estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=37474>. Acesso em: 21 out. 2025.

ABNT. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=37476>. Acesso em: 21 out. 2025.

ANDRADE, C. Controle de qualidade e durabilidade do concreto armado. **Revista Concreto e Construções**, v. 22, p. 36-42, 2001. Disponível em: <https://www.abcp.org.br>. Acesso em: 21 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9452:2019** – Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=441219>. Acesso em: 21 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland — Preparo, controle e recebimento. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=332214>. Acesso em: 21 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=32999>. Acesso em: 21 out. 2025.

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PRELIMINAR E PROPOSIÇÃO DE REABILITAÇÃO PARA PATOLOGIAS ESTRUTURAIS EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA: ESTUDO DE CASO DO ESTÁDIO MIRANDÃO EM ARAGUAÍNA-TO. Maylson Alves da SILVA; Pedro Henrique Pimentel BARROS; Meuriellen Milena da SILVA. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2025 – MÊS DE OUTUBRO - Ed. 67. VOL. 01. Págs. 253-274. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=32812>. Acesso em: 21 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:2023** — Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=471223>. Acesso em: 21 out. 2025.

BARROS, A.; SILVA, J. Manifestações Patológicas no Concreto Armado. **Revista Mangaio Acadêmico**, v. 5, n. 2, p. 45–58, 2020. Disponível em: <https://estacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/mangaio/article/download/1556/1275>. Acesso em: 03 jun. 2025.

CASCUDO, O. **Contribuição ao estudo e emprego de técnicas eletroquímicas no controle da corrosão de armaduras em concreto armado**. Paraíba: UFP, 1991. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/1234>. Acesso em: 21 out. 2025.

CASCUDO, O. **Controle da corrosão de armaduras em concreto armado**. São Paulo: Pini, 1997. Disponível em: <https://www.editorapini.com.br/>. Acesso em: 21 out. 2025.

FERREIRA, W. A. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2018. Disponível em: <https://www.editorapini.com.br/>. Acesso em: 21 out. 2025.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Corros%C3%A3o-Vicente-Gentil/dp/8521637586>. Acesso em: 21 out. 2025.

GOMES, J. P.; FERNANDES, F. A. Avaliação de manifestações patológicas em estruturas de concreto. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 8, n. 3, p. 345–363, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/riem/>. Acesso em: 21 out. 2025.

GONÇALVES, José P. **Durabilidade das estruturas de concreto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Disponível em: <https://www.ofitexto.com.br/livro/durabilidade-das-estruturas-de-concreto/>. Acesso em: 21 out. 2025.

PIMENTA, Marlon F. **Manual de patologias em estruturas de concreto armado**. Belo Horizonte: UFMG, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/>. Acesso em: 21 out. 2025.

GOOGLE MAPS. **Estádio Mirandão**. Google, [2025]. Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-7.2259297,-48.2532472,346m/data=!3m1!1e3?ery=ttu&g_ep=EgoyMDI1MTAxNC4wIKXMDSoA SAFQAw%3D%3D>. Acesso em: 14 Out. 2025.

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PRELIMINAR E PROPOSIÇÃO DE REABILITAÇÃO PARA PATOLOGIAS ESTRUTURAIS EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA: ESTUDO DE CASO DO ESTÁDIO MIRANDÃO EM ARAGUAÍNA-TO. Maylson Alves da SILVA; Pedro Henrique Pimentel BARROS; Meuriellen Milena da SILVA. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2025 - MÊS DE OUTUBRO - Ed. 67. VOL. 01. Págs. 253-274. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

HELENE, P. R. L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado.** São Paulo: EPUSP, 1986. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000738379>. Acesso em: 21 out. 2025.

HELENE, P.; ANDRADE, C. **Durabilidade e vida útil das estruturas de concreto.** São Paulo: PINI, 2009. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc55.pdf>. Acesso em: 21 out. 2025.

HELENE, P.; PEREIRA, J. M. R. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** 4. ed. São Paulo: PINI, 2015. Disponível em: <https://www.editorapini.com.br>. Acesso em: 21 out. 2025.

MEDEIROS, J. S. **Patologia das Construções.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2011. Disponível em: <https://www.editorapini.com.br>. Acesso em: 21 out. 2025.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto:** microestrutura, propriedades e materiais. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2014. Disponível em: <https://www.ibacon.org.br/publicacoes/>. Acesso em: 21 out. 2025.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** 5. ed. London: Pearson Education, 2011. Disponível em: <https://www.pearson.com>. Acesso em: 21 out. 2025.

SILVA, R. V.; SOUZA, V. C. M. Diagnóstico e reparo de estruturas de concreto. **Revista ALCONPAT Internacional**, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2013. Disponível em: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/download/>. Acesso em: 21 out. 2025.

SOUZA, C. F.; LIMA, R. A.; MOURA, D. S. Concreto Armado e Suas Patologias. **Revista Científica Semana Acadêmica**, 2021. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/16_caio_concreto_armado_e_suas_patologias_1.pdf. Acesso em: 03 jun. 2025.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: PINI, 1998. ISBN 85-7266-096-8.

TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. R. L. **Concreto:** Ciência e Tecnologia. São Paulo: IBRACON, 2011. Disponível em: https://www.ibacon.org.br/loja/detalhes/4777?utm_source. Acesso em: 21 out. 2025.

MARTINS, D. K. G. Corrosão de armaduras em concreto armado. **Revista CONSTRUINDO**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 33-50, jul./dez. 2022. Disponível em: <https://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/8151/4697>. Acesso em: 21 out. 2025.

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PRELIMINAR E PROPOSIÇÃO DE REABILITAÇÃO PARA PATOLOGIAS ESTRUTURAIS EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA: ESTUDO DE CASO DO ESTÁDIO MIRANDÃO EM ARAGUAÍNA-TO. Maylson Alves da SILVA; Pedro Henrique Pimentel BARROS; Meuriellen Milena da SILVA. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2025 - MÊS DE OUTUBRO - Ed. 67. VOL. 01. Págs. 253-274. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.